

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 09-163708

(43)Date of publication of application : 20.06.1997

(51)Int.Cl.

H02K 33/00

H02K 1/27

H02K 21/22

(21)Application number : 07-318001

(71)Applicant : TOSHIBA CORP

(22)Date of filing : 06.12.1995

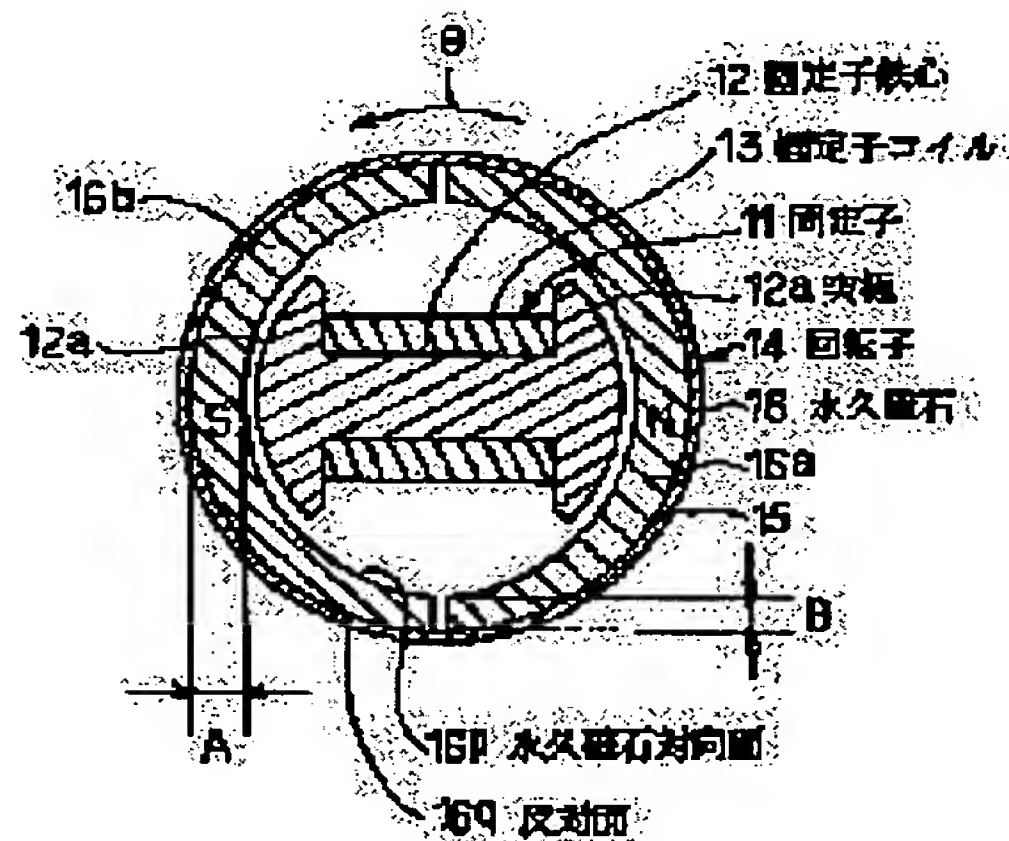
(72)Inventor : NITTA ISAMU

## (54) PERMANENT MAGNET TYPE ROTARY ACTUATOR

### (57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To prevent generation of inversion torque, and attain operation as far as an aimed position and maintaining it, by making the thickness of magnetic pole boundary part of a permanent magnet less than or equal to a specific ratio of the magnetic pole central part.

**SOLUTION:** A stator 11 consists of a stator core 12 forming salient-poles 12a, 12a, and a stator coil 13 wound around the stator core 12. A permanent magnet 16 consists of a unit magnet 16a constituting an N pole and a unit magnet 16b constituting an S pole. Each of the unit magnets 16a, 16b constitutes, as a whole, a semi-circular arc plane, but the thickness of both end portions as the magnetic pole boundary parts is different from the thickness of the central part. The thickness of magnetic pole boundary part of the permanent magnet 16 is made less than or equal to 90 percent of the thickness of the magnetic pole central part. Thereby the magnetomotive force distribution of the permanent magnet 16 is made approximate to a sinusoidal wave, and generation of inversion torque at the time of no current flowing is excluded, so that the rotor 14 can be surely rotated and moved as far as an aimed position.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

BEST AVAILABLE COPY

09-163708

[0007]

[Embodiments of the Invention]

The invention is described below while referring to Fig. 1 to Fig. 7 showing a first embodiment applied in an actuator for passage changeover valve. A stator 11 is composed of a stator core 12 forming salient poles 12a, 12a, and a stator coil 13 wound thereon. On the outer peripheral side of the stator 11, a rotor 14 is rotatably disposed, and it is composed of a yoke 15 made of circular steel plate, and a permanent magnet 16 having two magnetic poles made of sintered ferrite mounted thereon. The permanent magnet 16 consists of a unit magnet 16a composing the N pole, and a unit magnet 16b composing the S pole, and the unit magnets 16a, 16b are semicircular plates on the whole, but the thickness of both end portions in the magnetic pole boundary area is different from the thickness of the central area.

[0008]

That is, as shown in Fig. 3, stator core facing side 16p and opposite side 16q of the unit magnets 16a, 16b are composed of arc surface of different radii, and their central positions P, Q are different. Thickness B of both end portions in the magnetic pole boundary area is set at 0.75 times of thickness A of the central area. The central position Q coincides with the center of rotation of the rotor 14. As far as the facing side 16p and opposite side 16q are different in central position, an arbitrary thickness ratio may be obtained if the radius is the same.

[0009]

Arc-like grooves 17, 17 are formed in the yoke 15 of the rotor 14 in

an angle range of 90 degrees, and stator mounting columns 18, 18 serving also as stoppers are inserted in the grooves 17, 17, and hence the movable angle range of the rotor 14 is defined at 90 degrees.

[0010]

In this kind of actuator, the rotor 14 is held at the origin of rotation angle of 0 degree in the power cut-off state as shown in Fig. 1, and when power is supplied, it rotates in the direction of arrow  $\theta$ , and moves to the target position of rotation angle of 90 degrees as shown in Fig. 4, and when the direction of current is changed, it returns to the origin as shown in Fig.

1. The target position is set at a position away from a point of  $360/\text{number of poles}$  (2 in this case) degrees, that is, 180 degrees.

[0011]

Fig. 5 and Fig. 6 show results of experiment and investigation conducted by the applicant. Fig. 5 shows a magnetomotive force distribution of permanent magnet, in which characteristic curve H shows the ratio  $B/A$  of thickness  $A$  of central area and thickness  $B$  of both end portions is 0.9, and characteristic curve J shows the thickness ratio  $B/A$  is 1.0. In the case of characteristic curve J, the electromotive force distribution is nearly rectangular, and it is nearly sinusoidal in the case of characteristic curve H.

[0012]

Fig. 6 shows generation of torque when power is not supplied. Characteristic curve H1 shows the thickness ratio  $B/A$  is 0.9, characteristic curve H2 shows the thickness ratio  $B/A$  is 0.8, and characteristic curve J1 shows the thickness ratio  $B/A$  is 1.0. Generally, when power is not supplied, the torque shows a waveform of superposed double higher

harmonics as the magnetomotive force distribution of permanent magnet is closer to rectangular profile. In the case of characteristic curve J1, since the magnetomotive force distribution of permanent magnet 8 is closer to rectangular profile, inverting torque portion  $T_n$  (shaded area in Fig. 6) exists in the rotation angle range of 0 degree to 90 degrees. By contrast, as clear from characteristic curve H1, when the thickness ratio  $B/A$  of thickness  $A$  of central area and thickness  $B$  of both end portions is smaller (thickness of end portions is smaller), such inverting torque portion  $T_n$  does not exist, and at this time the limit of thickness ratio  $B/A$  is 0.9, and if exceeding this limit, inverting torque portion  $T_n$  is left over. As clear from comparison between characteristic curves H1 and H2, as the thickness  $A$  of both end portions becomes smaller, the power-off torque changes closer to a sinusoidal wave steeply crossing with 0 level.

[0013]

Fig. 7 shows generation of inverting torque. At the thickness ratio  $B/A$  of 0.9 or less, inverting torque is not generated. However, if the thickness ratio  $B/A$  is too small, other characteristics may be adversely influenced, and it is preferred to determine the lower limit of thickness ratio properly as required.

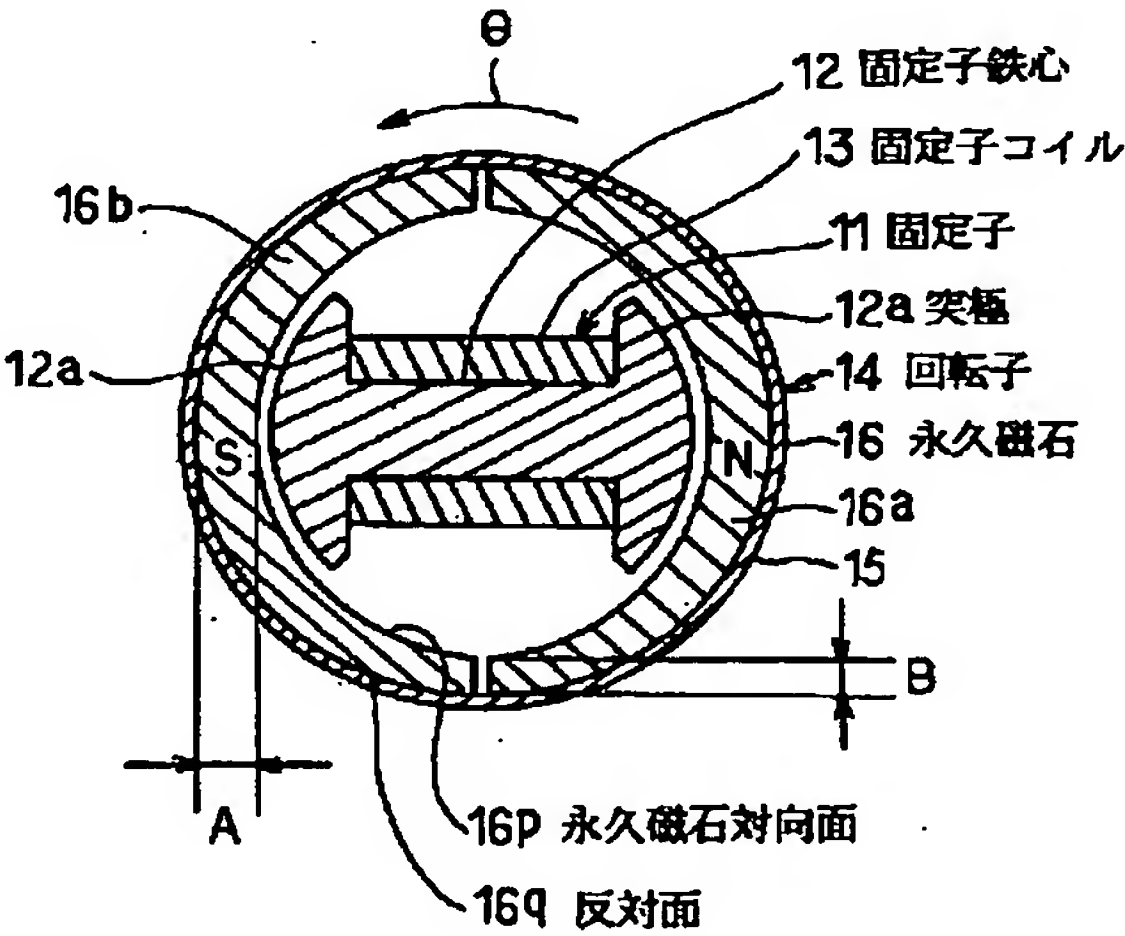
(51)Int.Cl. <sup>6</sup>	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
H 0 2 K 33/00			H 0 2 K 33/00	B
1/27	5 0 2		1/27	5 0 2 A
21/22			21/22	M

審査請求 未請求 請求項の数5 O L （全 5 頁）

(21)出願番号	特願平7－318001	(71)出願人	000003078 株式会社東芝 神奈川県川崎市幸区堀川町72番地
(22)出願日	平成7年(1995)12月6日	(72)発明者	新田 勇 愛知県瀬戸市穴田町991番地 株式会社東芝愛知工場内
		(74)代理人	弁理士 佐藤 強

(54)【発明の名称】 永久磁石形回転アクチュエータ

(57)【要約】  
【課題】 本発明は、無通電時トルクに反転トルクが発生することをなくすようにする。  
【解決手段】 永久磁石16の各单位磁石16a、16bにおける固定子鉄心対向面16pおよび反対面16qは異なる半径の円弧面で構成され、そして、それらの中心位置P、Qも異なっている。もって、磁極境界部部分である両端部分の肉厚Aが中央部分の肉厚Bの0.75倍となるように設定されている。





## 【特許請求の範囲】

【請求項1】  $2N$  ( $N$ は自然数) 磁極の永久磁石を有する回転子と、同数の突極を形成した固定子鉄心および固定子コイルを有した固定子とを備え、前記固定子コイルに通電することにより、回転角度位置を変位させるものにおいて、前記永久磁石の磁極境界部部分での肉厚を磁極中央部分の肉厚の9割以下となるように形成したことを特徴とする永久磁石形回転アクチュエータ。

【請求項2】 永久磁石における固定子鉄心対向面および反対面を、中心位置が異なる円弧面により形成したことを特徴とする請求項1記載の永久磁石形回転アクチュエータ。

【請求項3】 永久磁石における固定子鉄心対向面を楕円面状に形成したことを特徴とする請求項2記載の永久磁石形回転アクチュエータ。

【請求項4】 永久磁石を、その磁極境界部部分における固定子鉄心対向面が平坦にカットされた形状をなすように形成したことを特徴とする請求項2記載の永久磁石形回転アクチュエータ。

【請求項5】  $2N$  ( $N$ は自然数) 磁極の永久磁石を有する回転子と、同数の突極を形成した固定子鉄心および固定子コイルを有した固定子とを備え、前記固定子コイルに通電することにより、回転角度位置を変位させるものにおいて、前記永久磁石の磁極境界部部分に無着磁領域を形成したことを特徴とする永久磁石形回転アクチュエータ。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、特定の角度幅を往復回転する永久磁石形回転アクチュエータに関する。

## 【0002】

【発明が解決しようとする課題】従来の永久磁石形回転アクチュエータの一例を図1ないし図3に示す。固定子1は、突極2a、2aを形成した固定子鉄心2と、これに巻装された固定子コイル3とから構成されている。この固定子1の外周側には、回転子4が回転自在に配設されており、これは、円筒形のヨーク5に2磁極の永久磁石6を取付けて構成されている。この永久磁石6は単一肉厚の半円弧板状をなしている。

【0003】この種のアクチュエータにおいては、回転子4は、断電状態で図12に示す回転角度0 [deg] の原位置に保持され、通電されるとこの状態から矢印 $\theta$  方向へ回転して図13に示す回転角度90 [deg] の目標位置まで移動し、断電されると、図12の原位置に戻る。このものでは、断電状態で原位置に保持(図12位置に保持)するための保持トルクと、回転子4を目標位置(図13に示す位置)まで動作させるための駆動トルクとが必要となる。

【0004】ところで、この駆動トルクを大きくするために永久磁石材料として、ラジアル異方性のものを使用

しているようにしている。この場合、回転子4を目標位置へ移動させるときに、逆方向へ変位させる方向に無通電時トルクが発生し、すなわち反転トルクが作用し、正規の目標位置以外の位置で回転子4が停止する虞があった。

【0005】本発明は上記事情に鑑みてなされたものであり、その目的は、反転トルクが発生をなくし、目標位置まで確実に動作させ且つその目標位置に保持できる永久磁石形回転アクチュエータを提供するにある。

## 【0006】

【課題を解決するための手段】本発明は、 $2N$  ( $N$ は自然数) 磁極の永久磁石を有する回転子と、同数の突極を形成した固定子鉄心および固定子コイルを有した固定子とを備え、前記固定子コイルに通電することにより、回転角度位置を変位させるものにおいて、前記永久磁石の磁極境界部部分での肉厚を磁極中央部分の肉厚の9割以下となるように形成したところに特徴を有する。このものにおいては、永久磁石の起磁力分布が正弦波に近い波形となり、無通電時トルクに反転トルクが発生することがなく、回転子を目標位置まで常に確実に回転移動させ得ると共に、その目標位置に保持できるようになる。

## 【0007】

【発明の実施の形態】以下、本発明を流路切換弁用のアクチュエータに適用した第1の実施例につき図1ないし図7を参照しながら説明する。固定子11は、突極12a、12aを形成した固定子鉄心12と、これに巻装された固定子コイル13とから構成されている。この固定子11の外周側には、回転子14が回転自在に配設されており、これは、円筒形の鋼板から構成されたヨーク15に、焼結フェライトで形成された2磁極の永久磁石16を取付けて構成されている。この永久磁石16はN極を構成する単位磁石16aとS極を構成する単位磁石16bとから構成されており、各単位磁石16a、16bは、全体として半円弧板状をなしているが、ただし、その磁極境界部部分である両端部分の肉厚が中央部分の肉厚と異なる。

【0008】すなわち、図3に示すように、各単位磁石16a、16bにおける固定子鉄心対向面16pおよび反対面16qは異なる半径の円弧面で構成され、そしてそれらの中心位置P、Qも異なっている。もって、磁極境界部部分である両端部分の肉厚Bが中央部分の肉厚Aの0.75倍となるように設定されている。上述の中心位置Qは回転子14の回転中心と合致している。なお、上記対向面16pと反対面16qとはその中心位置が異なれば同一半径でも任意の肉厚比を得ることが可能である。

【0009】上記回転子14のヨーク15には90 [deg] の角度範囲で円弧状の溝17、17が形成されており、この溝17、17にはストッパ兼用の固定子取付支柱部18、18が挿通されており、これによって回転

子14の可動角度範囲が90 [deg] となっている。  
 【0010】すなわち、この種のアクチュエータにおいては、回転子14は、断電状態で図1に示す回転角度0 [deg] の原位置に保持され、通電されるとこの状態から矢印θ方向へ回転して図4に示す回転角度90 [deg] の目標位置まで移動し、電流の向きを変え、図1の原位置に戻る。ところで上記目標位置は、360 / 磁極数 (この場合2) [deg] つまり180 [deg] を避けた位置とするのが一般的である。

【0011】しかして、図5および図6には、出願人が実験調査した結果を示している。まず、図5においては、永久磁石の起磁力分布を示しており、特性線Hは、中央部分の肉厚Aと両端部分の肉厚Bとの比B/Aが「0.9」の場合を示しており、特性線Jは上記肉厚比B/Aが「1.0」の場合を示している。特性線Jの場合には、起磁力分布がほぼ矩形状を示しているが、これに対し、特性線Hの場合には、正弦波に近い特性となっている。

【0012】図6においては、無通電時トルクの発生状況を示している。特性線H1は上記肉厚比B/Aが「0.9」の場合を示し、特性線H2は上記肉厚比B/Aが「0.8」の場合を示し、特性線J1は上記肉厚比B/Aが「1.0」の場合を示している。一般に、無通電時トルクは、永久磁石の起磁力分布が矩形状に近いほど2倍の高調波が重畳された波形を示す。特性線J1の場合には、永久磁石6の起磁力分布が矩形に近いことから、回転角度が0 [deg] から90 [deg] の間において反転トルク部分Tn (図6斜線部分) が存在する。これに対して、特性線H1から分かるように、両端部分の肉厚Aと中央部分の肉厚Bとの肉厚比B/Aが小さくなると (端部の肉厚が薄くなると)、このような反転トルク部分Tnは存在しなくなり、この時の肉厚比B/Aの値0.9が限界値であり、これを超えると反転トルク部分Tnが残る。そして、特性線H1とH2との比較から分かるように、両端部分の肉厚Aが薄くなるほど、無通電トルクは0レベルと急峻に公差する正弦波に近付いてゆく。

【0013】図7には、反転トルクの発生状況を示しており、上述の肉厚比B/Aが0.9以下であれば反転トルクは発生しない。なお、この肉厚比B/Aがあまり小さいと、他の特性に影響が懸念されることもあるので、この肉厚比の下限値は必要に応じて決定することが好ましい。

【0014】このように本実施例によれば、永久磁石16の磁極境界部部分での肉厚を磁極中央部分の肉厚の9割以下となるように形成したから、永久磁石16の起磁力分布が正弦波に近い波形となり、無通電時トルクに反転トルクが発生することをなくし得、これによって、回転子14を目標位置まで常に確実に回転移動させ得ると共に、その目標位置に保持できる。特に、永久磁石16

の単位永久磁石16a, 16bにおける固定子鉄心対向面16pおよび反対面16qを、中心位置が異なる円弧面により形成したから、肉厚を順次減少させるについての、永久磁石16の形状設定が容易となる。

【0015】図8は本発明の第2の実施例を示しており、この実施例においては、永久磁石21の単位永久磁石21a, 21bにおける固定子鉄心対向面21pを楕円面状に形成した点が第1の実施例と異なる。このような第2の実施例においても、肉厚を順次減少させるについての、永久磁石21の形状設定が容易となる。

【0016】図9は本発明の第3の実施例を示しており、この実施例においては、永久磁石31の単位永久磁石31a, 31bを、その磁極境界部部分における固定子鉄心対向面31pが平坦にカットされた形状をなすように形成した点が第1の実施例と異なる。なお、平坦部は符号31cを付して示している。このような第3の実施例においても、肉厚を順次減少させるについての、永久磁石31の形状設定が容易となり、また、加工も容易となる。

【0017】図10は本発明の第4の実施例を示し、この実施例においては、永久磁石41の単位永久磁石41a, 41bを、その各部の肉厚が同一となるように形成すると共に、その磁極境界部部分に無着磁領域41w, 41wを形成した点が第1の実施例と異なる。このような第4の実施例においても、第1の実施例と同様に、永久磁石41の起磁力分布が正弦波に近い波形となり、無通電時トルクに反転トルクが発生することをなくし得、これによって、回転子を目標位置まで常に確実に回転移動させ得ると共に、その目標位置に保持できる。なお、本発明は上記実施例に限られるものではない。例えば、回転子の可動角度範囲は、90 [deg] ± 45 [deg] の範囲としても良い。また、永久磁石の磁極数は2極に限られるものではなく、要は2N (Nは自然数) であれば良い。

【0018】

【発明の効果】本発明は以上の説明から明らかなように、次の効果を得ることができる。請求項1の発明によれば、永久磁石の磁極境界部部分での肉厚を磁極中央部分の肉厚の9割以下となるように形成したから、永久磁石の起磁力分布が正弦波に近い波形となり、無通電時トルクに反転トルクが発生することがなく、回転子を目標位置まで常に確実に回転移動させることができる。

【0019】請求項2の発明によれば、永久磁石における固定子鉄心対向面および反対面を、中心位置が異なる円弧面により形成したから、肉厚を順次減少させるについての、永久磁石の形状設定が容易となる。請求項3の発明によれば、永久磁石における固定子鉄心対向面を楕円面状に形成したから、肉厚を順次減少させるについての、永久磁石の形状設定が容易となる。

【0020】請求項4の発明によれば、永久磁石を、そ

の磁極境界部部分における固定子鉄心対向面が平坦にカットされた形状をなすように形成したから、肉厚を順次減少させるについての、永久磁石の形状設定、さらには加工が容易となる。

【0021】請求項5の発明によれば、永久磁石の磁極境界部部分に無着磁領域を形成したから、永久磁石の起磁力分布が正弦波に近い波形となり、無通電時トルクに反転トルクが発生することがなく、回転子を目標位置まで常に確実に回転移動させることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1の実施例を示す横断平面図

【図2】縦断側面図

【図3】単位永久磁石の平面図

【図4】図1とは回転角度が異なる横断平面図

【図5】起磁力分布を示す図

【図6】無通電時トルクを示す図

\*【図7】肉厚比と反転トルクとの関係を示す図

【図8】本発明の第2の実施例を示す図3相当図

【図9】本発明の第3の実施例を示す図3相当図

【図10】本発明の第4の実施例を示す横断平面図

【図11】従来例を示す縦断側面図

【図12】横断平面図

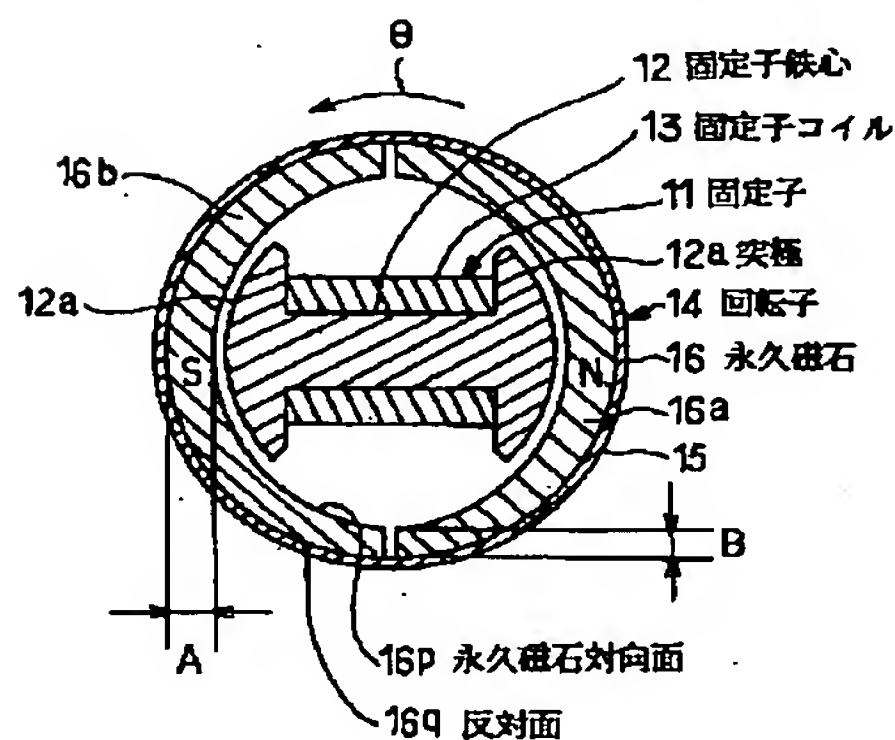
【図13】図12とは回転角度が異なる横断平面図

【符号の説明】

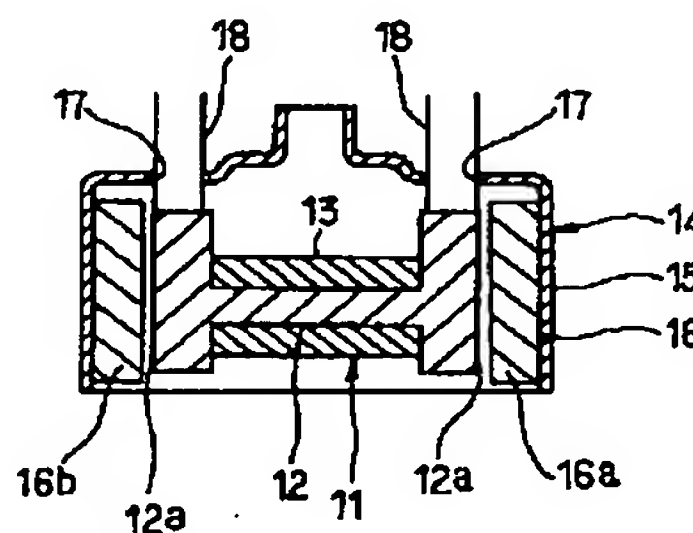
11は固定子、12は固定子鉄心、12a、12aは突極、13は固定子コイル、14は回転子、15はヨーク、16は永久磁石、16a、16bは単位永久磁石、21は永久磁石、21a、21bは単位永久磁石、31は永久磁石、31a、31bは単位永久磁石、31cは平坦部、41は永久磁石、41a、41bは単位永久磁石、41wは無着磁領域を示す。

\*

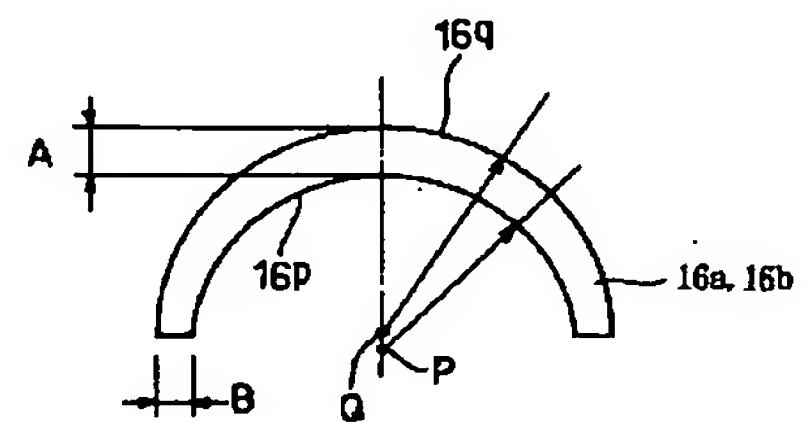
【図1】



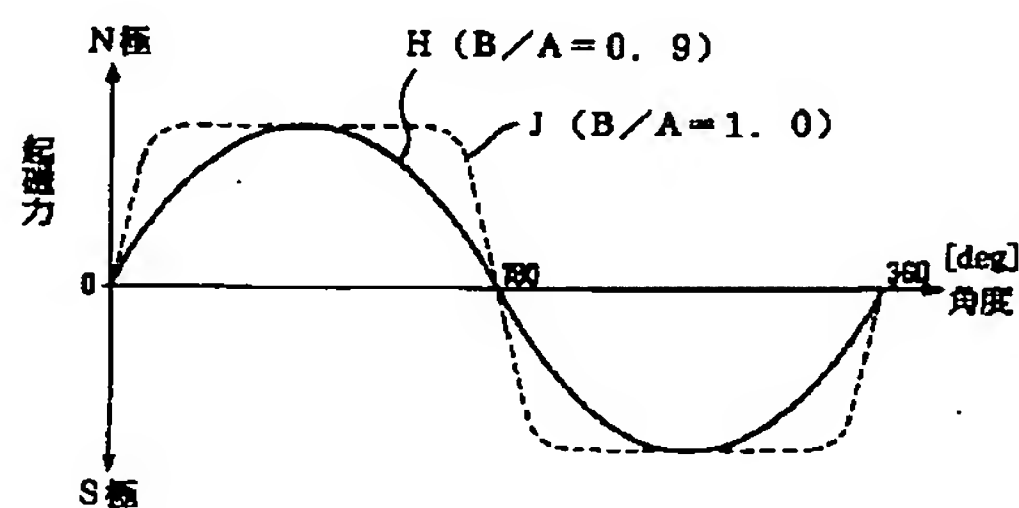
【図2】



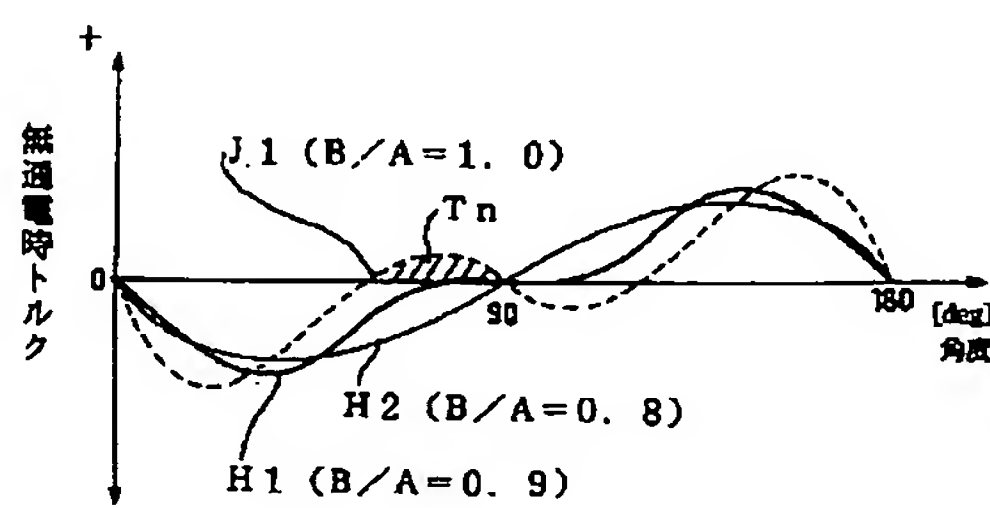
【図3】



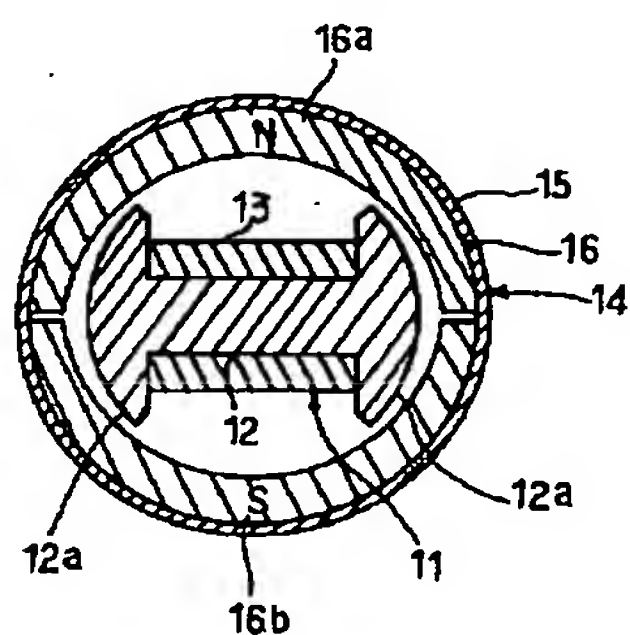
【図5】



【図6】

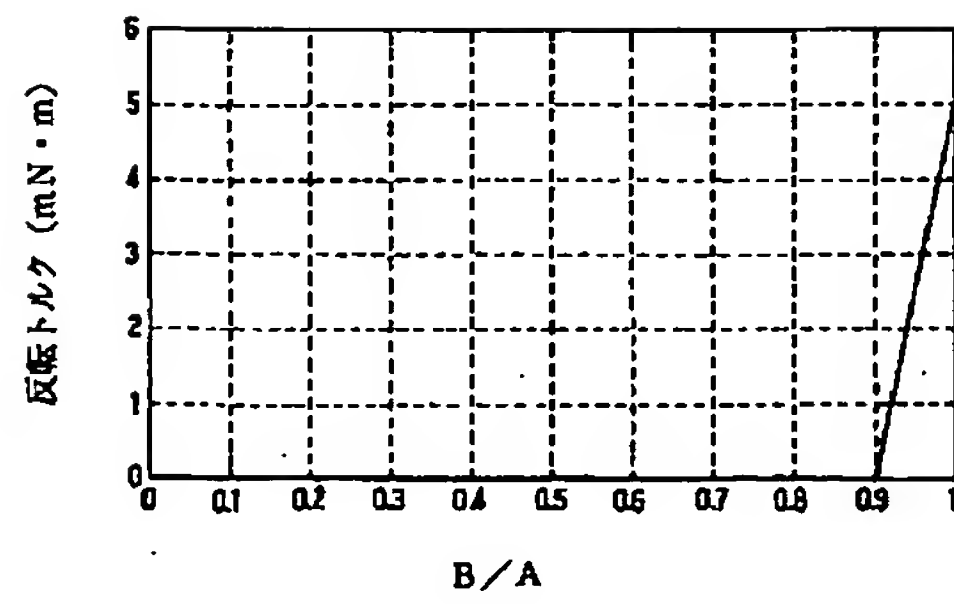


【図4】

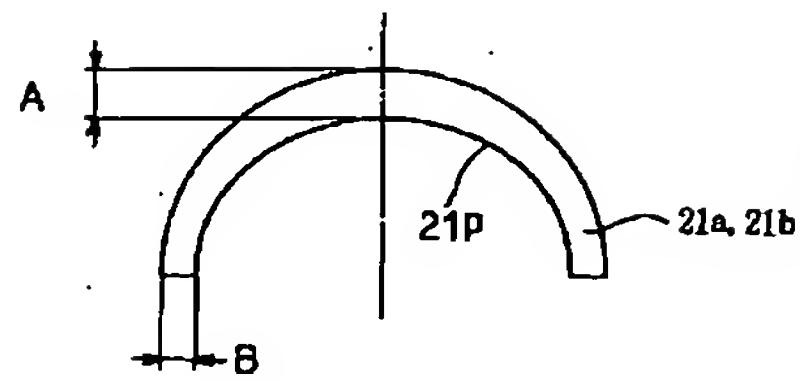




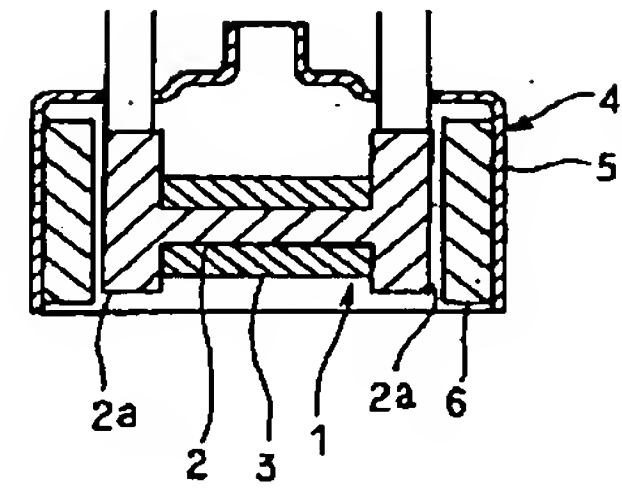
【図7】



【図8】

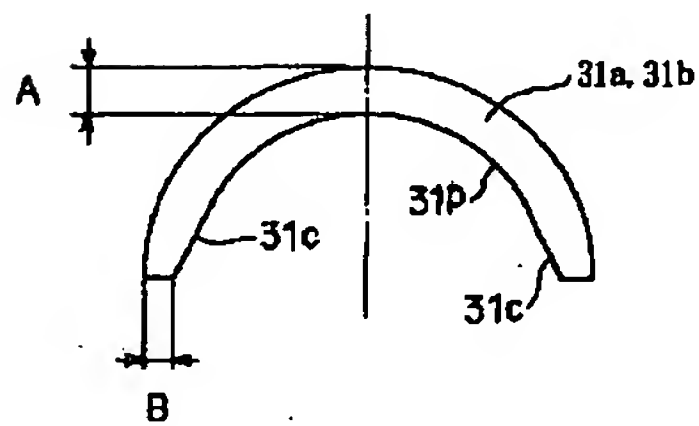


【図11】

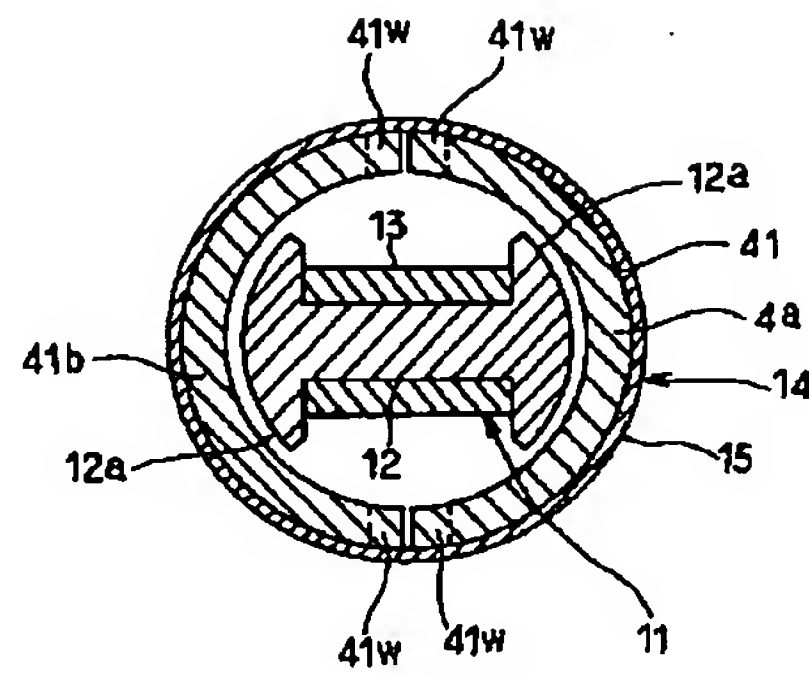


【図13】

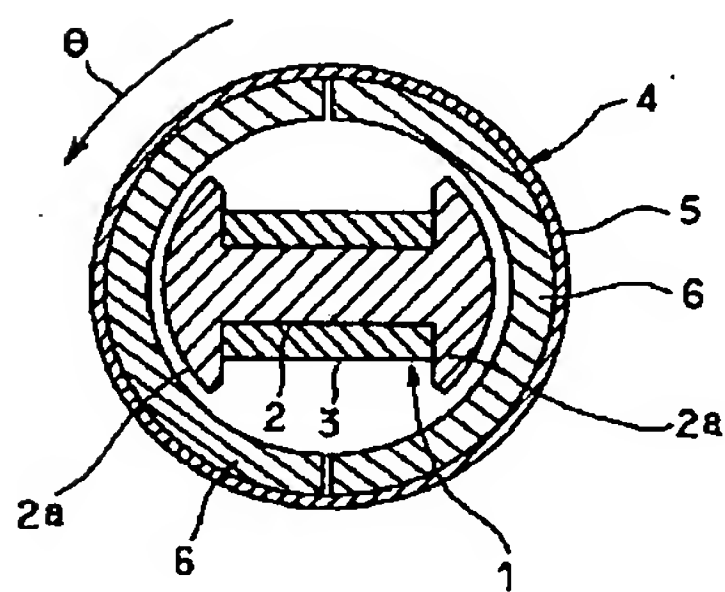
【図9】



【図10】



【図12】



This Page is inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record

## **BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☒ BLACK BORDERS
- ☒ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☒ FADED TEXT OR DRAWING
- ☐ BLURED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☒ COLORED OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REPERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning documents *will not* correct images  
problems checked, please do not report the  
problems to the IFW Image Problem Mailbox**